

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

page have lines

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 101 48 078.4

Anmeldetag: 28. September 2001

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, 80333 München/DE
Erstanmelder: Siemens Linear Motor Systems
GmbH & Co KG, 80997 München/DE

Bezeichnung: Elektromotor mit Kühlung

IPC: H 02 K 5/20

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 27. Februar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Brosig', is written over a rectangular stamp that also contains the name 'Brosig' in a bold, sans-serif font.

Brosig

Beschreibung

Elektromotor mit Kühlung

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Elektromotor mit einem Modulblock, der aus einem gezahnten Wicklungskörper und darauf aufgebrachten Wicklungen ausgebildet ist, wobei der Modulblock in einem Gehäuse angeordnet ist. Ein derartiger Primärteil ist allgemein sowohl für rotatorische als auch für
10 lineare Elektromotoren bekannt.

Beim Betrieb von Elektromotoren, insbesondere Hochleistungsmotoren, entsteht Abwärme, die nach außen abgeführt werden muß. Im einfachsten Fall erfolgt dies durch Wärmeleitung im
15 Primärteil und durch Konvektion bzw. Abstrahlung außerhalb des Primärteils. Andererseits ist es bekannt, Hochleistungsmotoren, beispielsweise Primärteile von Linearmotoren für Werkzeugmaschinen, mit einer Flüssigkeitskühlung zu versehen, bei der beispielsweise eine Kühlschlange auf dem Modulblock
20 oder dem Gehäuse aufgebracht wird, durch die eine Kühlflüssigkeit geleitet wird.

Zwar arbeitet diese Art von Kühlung relativ effektiv, wenn man den Motor als ganzes betrachtet; sie ist aber Bauart bedingt sehr aufwendig und damit teuer. Desweiteren ist zu be-
25 denken, daß die Abwärme nur Wicklungskörper abgeleitet werden kann, d.h. die Wärme muß zunächst von den Wicklungen über die Zähne durch Wärmeleitung zu der den Zähnen abgewandten Seite des Wicklungskörpers gelangen, wo die Kühlung angebracht ist.

30 Demgegenüber liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Primärteil für einen Elektromotor anzugeben, der sich durch einen kompakten und einfachen Aufbau auszeichnet und mit einer effektiv arbeitenden Kühleinrichtung versehen ist, sowie
35 Verfahren zur Fertigung eines Primärteils anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe erfolgt durch Verfahren gemäß der Patentansprüche 1 und 16 bzw. einen Primärteil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 10; die abhängigen Ansprüche beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

5

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, das Gehäuse des Primärteils mit einem Gaseinlaß und einem Gasauslaß zu versehen und im Inneren des Gehäuses einen Gasströmungsweg vorzusehen.

10 Zwar wird allgemein davon ausgegangen, daß Gaskühlungen, insbesondere Luftkühlungen, weniger effektiv arbeiten als Flüssigkeitskühlungen. Andererseits liegt der Erfindung die Erkenntnis zugrunde, daß bei einer Gaskühlung, anders als bei einer Flüssigkeitskühlung, das Kühlmedium direkt in den Bereich 15 geleitet werden kann, wo die Wärme entsteht, nämlich in den Bereich der Wicklungen. Durch diesen Umstand wird der prinzipielle Nachteil von Gaskühlungen gegenüber Flüssigkeitskühlungen vollständig oder doch zumindest teilweise wieder wettgemacht. Vorzugsweise sind entlang des Gasströmungsweges Gasleitelemente vorgesehen, die mindestens in dem Bereich 20 der Wicklungen zwischen den Zähnen als Verwirbelungselemente wirken können bzw. als solche ausgebildet sein können, um einen Gasstrom wirksam in den Bereich der Wicklungen zu verteilen bzw. zu diesem Bereich zu leiten.

25

Die Gasleitelemente können dabei an der Innenwandung des Gehäuses befestigt sein, oder die Innenwandung des Gehäuses kann in Form von Gasleitelementen strukturiert sein.

30 Damit das bei der Kühlung erwärmte Gas gezielt abgeleitet werden kann, ist das Gehäuse vorzugsweise gasdicht.

Bei einem erfindungsgemäßen Verfahren wird zumindest eine Fläche eines Gehäuseteils mit einer aushärtbaren Masse beschichtet, und der Modulblock wird mindestens teilweise in diese Masse eingebettet. Anschließend wird eine Fläche eines 35 zweiten Gehäuseteils ebenfalls mit aushärtbarer Masse be-

schichtet und auf das erste Gehäuseteil und den Modulblock aufgebracht. Dabei ist es möglich, den zweiten Gehäuseteil zusätzlich am Modulblock zu befestigen, beispielsweise durch Schweißen oder Kleben. Nach dem vollständigen Aushärten der Masse ist der Modulblock sicher im Gehäuse fixiert, und das Gehäuse ist nach außen abgedichtet. Als aushärtbare Massen können handelsübliche Vergußmassen für die Elektrotechnik verwendet werden.

Gemäß einem weiteren Verfahren zum Herstellen eines Primärteils wird der Modulblock zumindest teilweise in eine erste Formmasse eingebettet, und das so entstehende Produkt wird in eine zweite Formmasse eingebettet. Anschließend wird die erste Formmasse entfernt, so daß zwischen der zweiten Formmasse und dem Modulblock Hohlräume entstehen, die als Gasströmungsweg mit vorzugsweise Gasleitelementen sowie Gaseinlaß und Gasauslaß dienen. Dazu wird vorzugsweise nur der die Wicklung tragende Teil des Wicklungskörpers sowie die Wicklungen in die erste Formmasse eingebettet.

Um die erste Formmasse entfernen zu können, empfiehlt es sich, daß das Material der ersten Formmasse einen temperaturinduzierten Phasenübergang zeigt und die Phasenübergangstemperatur höher ist als die Verarbeitungstemperatur der zweiten Formmasse. Dadurch wird sichergestellt, daß die äußere Form der ersten Formmasse während des Aufbringens der zweiten Formmasse nicht verändert wird. Nach dem Aushärten der zweiten Formmasse kann das Gebilde soweit aufgeheizt werden, daß das Material der ersten Formmasse den Phasenübergang durchläuft (fest/flüssig; fest/gasförmig) und das daraus resultierende Fluid abgeleitet werden kann.

Das Aufheizen kann dabei von außen erfolgen, beispielsweise in einem Ofen oder dgl. Vorzuziehen ist es jedoch die Wicklungen unter Strom zu setzen und durch die entstehende Abwärme die erste Formmasse aufzuschmelzen. Selbstverständlich können beide Heizungsverfahren kombiniert werden.

Vorzugsweise wird für die erste Formmasse ein Wachs und für die zweite Formmasse eine Elektro-Vergußmasse eingesetzt. Ganz allgemein sollte die Schmelztemperatur der ersten Formmasse höher liegen als die Verarbeitungstemperatur der zweiten Formmasse, und die Schmelztemperatur der ersten Formmasse sollte niedriger sein als die Schmelztemperatur der zweiten Formmasse, damit beim Entfernen der ersten Formmasse die Struktur der zweiten Formmasse nicht beeinträchtigt wird.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine Aufsicht eines Primärteils mit geöffneten Gehäuse und

Fig. 2 eine schematische Seitendarstellung des Primärteils.

Anhand der Figuren wird als Ausführungsbeispiel ein Primärteil eines Linearmotors erläutert. In einem Gehäuse 50 in Form eines Quaders, d.h. einer nach oben offenen Lade, ist ein Modulblock aufgenommen, der einen Wicklungskörper 10 mit Zähnen (nicht dargestellt) und darauf aufgebrachte Wicklungen 20 aufweist. Da in soweit der Aufbau eines Modulblocks für einen Primärteil eines Linearmotors bekannt ist, erfolgt hier keine weitere Beschreibung.

An den Längsinnenseiten des Gehäuses 50 sind Gasleitelemente 30, 40 angebracht, die sich entlang der Längsausdehnung (der späteren Bewegungsrichtung des Linearmotors) erstrecken. Die Gasleitelemente 30, 40 haben einen gebogenen Bereich, der konform zu den Wicklungen ausgebildet ist, und sie bilden dort Gasleitkanäle 32. Im Bereich zwischen jeweils zwei Wicklungen 20 sind die Gasleitelemente als Verwirbelelemente 35 ausgebildet, die den Gasstrom teilweise in den Bereich lenken, in denen die Wicklungen durch die Zahnlücken durch den

Wicklungskörper 10 durchtreten. Durch die Verwirbelungselemente 35 wird die Gasströmung, die aus den Kanälen 32 in den Bereich der Wicklungen auf den Wicklungskörper eintritt, verwirbelt, so daß sichergestellt ist, daß die Gasströmung alle
 5 Bereich der Wicklungen erreicht.

Desweiteren sind im Gehäuse 50 ein Gaseinlaß 52 und ein Gas-
 auslaß vorgesehen, über die gasförmiges Kühlmittel, in der
 Regel Luft, ein- bzw. abgeleitet wird. Das eingeleitete Kühl-
 10 mittel durchströmt den Primärteil in Längsrichtung auf einer
 Seite des Gehäuseinneren und strömt auf der anderen Seite des
 Gehäuseinneren zum Luftauslaß 54 zurück. Dabei umströmt das
 Gas nicht nur den Modulblock 10 als ganzes sondern durch-
 dringt auch den Modulblock 10 im Bereich der Abschnitte der
 15 Wicklungen 20, die in den Zahnücken liegen. Auf diese Weise
 wird effektiv Kühlmittel in den Bereich geführt, in dem Wärme
 erzeugt wird.

Anhand der Seitenansicht der Fig. 2 wird ein Verfahren zur
 20 Herstellung des erfindungsgemäßen Primärteils erläutert.

In das Gehäuse 50 wird zunächst eine Schicht aus handelsüblicher Vergußmasse 70 eingebracht, und zwar vorzugsweise zu einer Höhe Δ , die über dem Abstand der Spulen von der Ge-
 25 häuseinnenfläche liegt. In diese Vergußmasse 70 wird anschließend der Modulblock 10 teilweise eingebettet.

Anschließend wird eine Abdeckung 60 ebenfalls mit noch nicht ausgehärteter Vergußmasse beschichtet, und zwar ebenfalls
 30 bis zu einer Höhe δ , die dem Abstand zwischen der nächsten
 Spulenkante und der Innenfläche des Gehäuses entspricht. Anschließend wird die mit Vergußmasse beschichtete Abdeckung 60 auf das Gehäuse 50 aufgesetzt, und die Vergußmasse wird ausgehärtet. Ggf. kann die Abdeckung noch zusätzlich durch
 35 Schweißen, Kleben oder dgl. am Modulblock befestigt werden. Als Material für das Gehäuse 50 eignet sich beispielsweise
 Edelstahl oder Aluminium, für die Abdeckung kann Edelstahl

verwendet werden. Insbesondere bewährt haben sich als Material für die Abdeckung auch glas- oder kohlefaserverstärkte Kunststoffe (GFK, CFK), die relativ dünn ausgebildet werden können und einfach verklebt werden können.

5

Da das Gehäuse 50 bzw. die Abdeckung 60 bis zu einer gewissen Höhe mit Vergußmasse beschichtet sind, ist sichergestellt, daß im Bereich zwischen einer Spulenkante und der entsprechenden Innenseite des Gehäuses (links bzw. rechts der Spulen in Fig. 2) keine durchgängigen Luftkanäle in Längsrichtung des Primärteils vorhanden sind, so daß der Gasstrom zwangsweise die Gasleitelemente passieren muß. Desweiteren ist durch den Aufbau mit Vergußmasse an der Abdeckung sichergestellt, daß das Gehäuse gasdicht ist.

10

15

Desweiteren ist entweder der Wicklungskörper 10 bündig mit der Stirnseite des Gehäuses 50 angeordnet, wo der Lufteinlaß bzw. der Luftauslaß 52, 54 vorgesehen sind, oder es ist ein zusätzliches Dichtungselement zwischen Lufteinlaß und Luftauslaß vorgesehen, um eine Kurzschlußströmung zu verhindern.

20

Die Luftleitelemente 30, 40 können durch geeignet geformte Bleche aus beispielsweise Edelstahl oder auch aus Kunststoffmaterialien gefertigt sein; diese können sich als ganzes über die Länge des Gehäuses erstrecken, oder sie können als einzelne Elemente aneinandergereiht werden bzw. an erforderlichen Positionen angeordnet werden. Desweiteren ist es möglich, keine zusätzlichen Elemente an der Gehäuseinnenwandung anzubringen, wenn die Gehäusewandung selbst in Form von entsprechenden Gasleitelementen ausgebildet ist. Schließlich sei noch darauf verwiesen, daß sich die Gasleitelemente in Zahnhöhenrichtung des Modulblocks 10 zumindest über die Höhe der Spulen 20 erstrecken sollten.

25

30

Grundsätzlich ist es bei dem beschriebenen Verfahren auch möglich, die Gasleitelemente ebenfalls in die Vergußmasse teilweise einzubetten und dadurch zu fixieren. Andererseits

35

können sie durch beliebige Maßnahmen wie Kleben, Schrauben und dgl. an der Gehäusewandung befestigt werden.

Bei einem alternativen Herstellungsverfahren für ein Primär-
 5 teil eines Linearmotors wird ein Wicklungskörper mit Wicklun-
 gen in Form eines bewickelten Blechpakets in eine Vergußform
 eingebracht, die so ausgebildet ist, daß sie die Wickelköpfe
 möglichst knapp umschließt oder konform zu den Wicklungen
 10 ausgebildet ist. Auch kann die von Formkavität so ausgebildet
 sein, daß sie entsprechend den Luftelementen 30, 40 ausge-
 bildet ist.

Anschließend werden die verbleibenden Hohlräume mit Wachs
 oder einem ähnlichen Material vergossen, wobei das Vergießen
 15 vorzugsweise im Bereich des Gaseinlasses 52 bzw. des Gasaus-
 lasses 54 erfolgt. Die dabei entstehenden Angüsse bilden dann
 später die Gasein- bzw. -auslässe der Luftkühlung.

Anschließend werden mit Wachs vergossene Wicklungskern in ei-
 20 ne "endgültige Gußform" eingelegt, wobei diese Vergußform se-
 parat vorgesehen sein kann, oder vorzugsweise durch den Ge-
 häuseteil 50 gebildet ist. Die dabei verbleibenden Hohlräume
 werden bei etwa 80° - 120°C mit Vergußmasse aufgefüllt, ggf.
 mit Druckunterstützung oder Vakuumunterstützung. Dabei müssen
 25 die Wachsangüsse zur Außenseite der Vergußmasse freiliegen.

Anschließend wird der Primärteil erhitzt, entweder durch
 Fremdwärme von außen und/oder durch Bestromen der Wicklungen,
 so daß durch die zugeführte Wärme bzw. die Abwärme das Wachs
 30 aufschmilzt und nach außen abgeführt werden kann.

Durch die so gebildeten Hohlräume innerhalb des Primärteils
 werden Gasströmungswege entsprechend dem ersten erfindungsge-
 mäßen Verfahren hergestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Herstellen eines Primärteils eines Elektromotors mit den Schritten
 - a) Vorbereiten eines Modulblocks mit einem Wicklungskörper und darauf aufgebrachte Wicklungen,
 - b) mindestens teilweises Einbetten des Wicklungskörpers in eine erste Formmasse,
 - c) Einbetten des Wicklungskörpers mit der ersten Formmasse in eine zweite Formmasse,
 - d) Entfernen der ersten Formmasse.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man nur die Wicklungen und den die Wicklungen tragenden Teil des Wicklungskörpers in die erste Formmasse einbettet.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Formmasse einen temperaturinduzierten Phasenübergang zeigt und die Phasenübergangstemperatur höher ist als die Verarbeitungstemperatur der zweiten Formmasse.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Formmasse schmelzbar ist und durch Aufschmelzen entfernt wird.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Formmasse durch Bestromen der Wicklungen und/oder durch Fremdwärme aufgeschmolzen wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Formmasse ein Wachs ist.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch

g e k e n n z e i c h n e t , daß die zweite Formmasse eine Elektrovergußmasse ist.

5 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7 mit den Schritten

b₁) Einbringen des Wicklungskörpers in eine erste Form,
b₂) Auffüllen der verbleibenden Hohlräume der ersten Form mit der ersten Formmasse,

b₃) Aushärten der ersten Formmasse,

10 c₁) Einbringen des Wicklungskörpers mit ausgehärteter erster Formmasse in eine zweite Form,

c₂) Auffüllen der verbleibenden Hohlräume der zweiten Form mit der zweiten Formmasse,

c₃) Aushärten der zweiten Formmasse,

15 d₁) Verflüssigen oder Verdampfen des Materials der ersten Formmasse,

d₂) Ableiten des Materials aus der zweiten Form.

20 9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß die zweite Form eine Gehäuse oder ein Gehäuseteil des Primärteils ist.

25 10. Primärteil eines Elektromotors mit einem Modulblock aus einem gezahnten Wicklungskörper (10) und aneinandergereihten Wicklungen (20), die auf die Zähne des Wicklungskörpers (10) aufgebracht sind, wobei der Modulblock in einem Gehäuse aufgenommen ist, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gehäuse (50, 60) geschlossen ausgebildet ist und mindestens einen Gaseinlaß und mindestens einen Gasauslaß aufweist und daß im Gehäuseinneren mindestens ein Gasströmungsweg (32) ausgebildet ist.

35 11. Primärteil nach Anspruch 10, dadurch g e k e n n - z e i c h n e t , daß entlang des Gasströmungswegs (32) Gasleitelemente angeordnet sind.

12. Primärteil nach Anspruch 11, dadurch g e k e n n -
z e i c h n e t , daß die Gasleitelemente (30, 40) Verwir-
belungselemente (35) aufweisen.

5 13. Primärteil nach Anspruch 11 oder 12, dadurch g e -
k e n n z e i c h n e t , daß die Gasleitelemente einen
Gasstrom in den Bereich der Wicklungen leiten und den
Gasstrom in den Bereich der Wicklungen in den Zahnücken
richten.

10

14. Primärteil nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß die Gasleitelemente an
den Innenwandungen des Gehäuses (50, 60) befestigt sind oder
daß die Innenwandungen des Gehäuses als Gasleitelemente
15 strukturiert sind.

15. Primärteil nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch
g e k e n n z e i c h n e t , daß das Gehäuse gasdicht ist.

20 16. Verfahren zum Herstellen eines Primärteils eines Elek-
tromotors mit den Schritten: Beschichten zumindest einer In-
nenfläche eines ersten Gehäuseteils (50) mit einer aushärtba-
ren Masse bis zu einer vorgegebenen Höhe,
teilweise Einbringen eines Modulblocks, der einen Wicklungs-
25 körper (10) und darauf aufgebrachte Wicklungen (20) aufweist,
in den Gehäuseteil und in die noch nicht ausgehärtete Masse
(70),

Beschichten einer Fläche eines zweiten Gehäuseteils (60) mit
Masse, in einer vorgegebenen Höhe,

30 Anbringen des zweiten Gehäuseteils mit noch nicht ausgehär-
terter Masse am ersten Gehäuseteil und dem Modulblock,
vollständiges Aushärten der Masse.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch g e k e n n -
35 z e i c h n e t , daß die vorgegebene Höhe mindestens so
groß ist wie der Abstand (δ , Δ) einer Spulenkante von der In-
nenseite des Gehäuses (50, 60) in Zahnhöhenrichtung.

18. Elektrischer Linear- oder Rotationsmotor mit einem Primärteil nach einem der Ansprüche 10 bis 15.

Zusammenfassung

Elektromotor mit Kühlung

- 5 Die Erfindung bezieht sich auf einen luftgekühlten Elektromotor, insbesondere einem Linearmotor, bei in einem geschlossenen Gehäuse (50) ein Modulblock aus einem Wicklungskörper (10) und darauf aufgebrachten Wicklungen (20) enthalten ist. Kühlluft wird über einen Lufteinlaß (52) in das Gehäuse ein-
10 geleitet und umströmt dort die Wicklungen (20) und wird in dem Bereich der Wicklungen in Zahnücken des Wicklungskörpers (10) gerichtet. Auf diese Weise ergibt sich eine effiziente Kühlung der wärmeerzeugenden Bereiche des Primärteils.
- 15 Desweiteren wird ein Verfahren zum Herstellen des Primärteils beschrieben, bei dem ein Gehäuse mit einer Vergußmasse beschichtet wird, der Modulblock in die Vergußmasse teilweise eingebettet wird, und das Gehäuse durch eine Abdeckung geschlossen wird, die ebenfalls eine Schicht aus Vergußmasse
20 auf der zum Gehäuseinneren weisenden Fläche trägt.

- Bei einem alternativen Verfahren wird der Wicklungsbereich des Wicklungskörpers in eine erste Formmasse eingebettet. Anschließend wird der Wicklungskörper mit der ersten Formmasse
25 in eine zweite Formmasse eingebettet, die einen höheren Schmelzpunkt als die erste Formmasse aufweist. Das so entstandene Gebilde wird dann soweit aufgeheizt, daß die erste Formmasse schmilzt und aus dem Inneren der zweiten Formmasse abgeführt wird. Die so entstehenden Hohlräume bilden Gasein-
30 bzw. -auslässe und Gasströmungswege zur Luftkühlung des Inneren des Primärteils.

(Fig. 1)

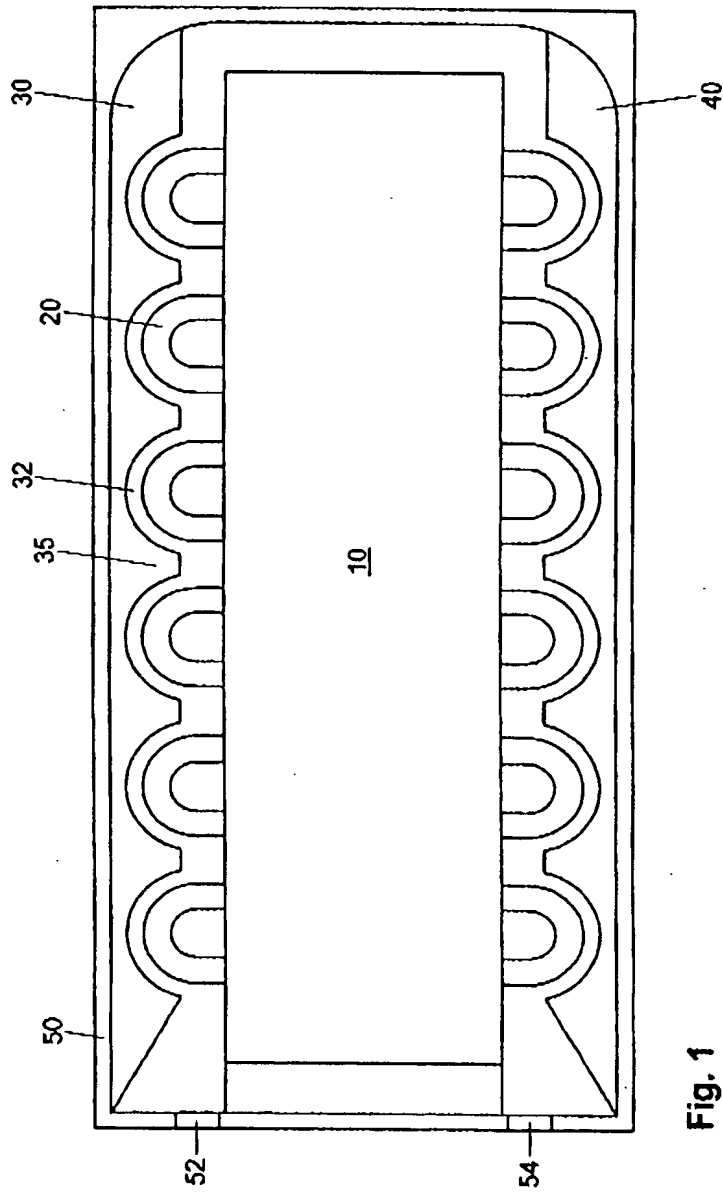


Fig. 1

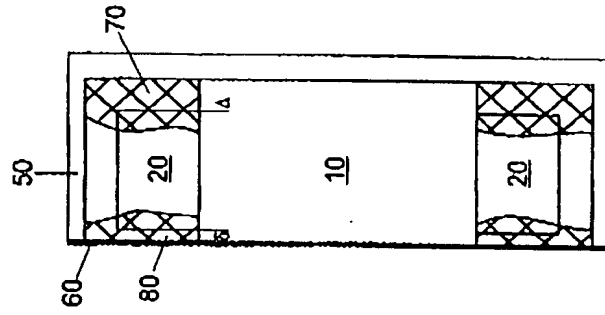


Fig. 2